

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 07 228 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
G 11 B 13/04
H 01 F 10/16
G 03 G 5/16

21 Aktenzeichen: 195 07 228.6
22 Anmeldetag: 2. 3. 95
43 Offenlegungstag: 14. 9. 95

DE 195 07 228 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
09.03.94 US 208726

71 Anmelder:
Minnesota Mining and Mfg. Co., Saint Paul, Minn.,
US

74 Vertreter:
Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner et col.,
50667 Köln

72 Erfinder:
Challener IV, William A., Saint Paul, Minn., US

54 **Magnetooptisches Aufzeichnungsmedium**

57 Erfindungsgemäß ist ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium zur Verwendung bei einem Aufzeichnungssystem vorgesehen, das einen Laserstrahl, der bei mindestens zwei unterschiedlichen Energiestufen betreibbar ist, sowie eine oder mehrere Magnetfeldquellen zur Erzeugung von zwei unterschiedlichen Magnetfeldern aufweist. Das Medium weist ein Substrat und mindestens zwei Schichten auf, nämlich eine magnetooptische Speicherschicht und eine magnetische Vormagnetisierungsschicht. Die Speicherschicht hält Bereiche ausgewählter magnetischer Orientierung und besteht aus einer Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung, wie beispielsweise Terbium-Eisen-Kobalt. Die magnetische Vormagnetisierungsschicht ist mit der Speicherschicht magnetisch austauschgekoppelt und besteht aus einer Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung, wie beispielsweise Dysprosium-Terbium-Eisen-Kobalt. Die Curie-Temperatur der Speicherschicht ist größer als diejenige der Vormagnetisierungsschicht.

DE 195 07 228 A 1

Die Erfindung betrifft magnetooptische Speichermedien und insbesondere austauschgekoppelte direkt überschreibbare magnetooptische Aufzeichnungsmedien.

Beim magnetooptischen Aufzeichnen werden Daten durch eine magnetisierte Domäne repräsentiert. Unter einer magnetisierten "Domäne" ist in dieser Anmeldung ein stabiler magnetisierbarer Bereich mit einer bevorzugten Magnetisierungsorientierung zu verstehen. Häufig wird die bevorzugte magnetisierte Domäne als ein "Bit" bezeichnet. Die bevorzugte Magnetisierungsorientierung wird durch eine Energiequelle mit ausreichender Intensität, beispielsweise einen Laser, bewirkt, die das Medium über seine Curie-Temperatur erwärmt, während das Medium gleichzeitig durch ein externes Magnetfeld vormagnetisiert wird. Der Laser wird zum Erwärmen des magnetischen Mediums in einem örtlich festgelegten Bereich verwendet. Wenn in dem örtlich festgelegten Bereich die Curie-Temperatur überschritten wird, wird durch das Magnetfeld die Magnetisierungsrichtung bestimmt.

Sobald der Laserstrahl nicht mehr auf den Bereich einwirkt, kühlt das Bit sich unter Anwesenheit des magnetischen Vormagnetisierungsfelds ab, und seine Magnetisierung wird in diese Richtung umgeschaltet. Der vorübergehende Temperaturanstieg in dem Bit verringert die Koerzitivkraft des Bits, so daß das magnetische Vormagnetisierungsfeld die Magnetisierung der Domäne zwangsweise in Übereinstimmung mit der Richtung des magnetischen Vormagnetisierungsfelds bringt, wenn sich das Bit bis unter seine Curie-Temperatur abkühlt.

Um wieder auf dem Aufzeichnungsmedium zu schreiben, ist es gängige Praxis, das Aufgezeichnete zu löschen. Zur Durchführung des Löschens wird ein beliebiges gegebenes Bit einem Laserstrahl von ausreichender Intensität ausgesetzt, während dieses Bit ferner einem Magnetfeld in entgegengesetzter Richtung ausgesetzt und die Abkühlung dieses Bits zugelassen wird. Dieser Löschschritt wird manchmal als Initialisierungsschritt bezeichnet. Dann ist das Medium zum Beschreiben bereit. Somit sind bei dem herkömmlichen Überschreibvorgang zwei Schritte erforderlich: ein erster Lösch- oder Initialisierungsschritt und ein zweiter Aufzeichnungs- oder Überschreibschritt.

Um magnetooptische Medien direkt überschreibbar zu machen, sind verschiedene Verfahren vorgeschlagen worden. Eines ist ein optisch/magnetisches Hybridverfahren, das zum Schreiben von Daten auf das Medium auf Magnetfeldmodulation basiert. Ein anderes Verfahren ist die Laserenergiemodulationstechnik, bei der das Magnetfeld nicht verändert wird, sondern statt dessen die Laserenergie dem Eingangsdatenfluß entsprechend zwischen zwei unterschiedlichen Energiestufen moduliert wird. Letztgenanntes Verfahren hat den Vorteil, daß sich Laserdioden-Arrays verwenden lassen, weshalb sich recht hohe Datenübertragungsraten realisieren lassen.

Austauschkopplungs-Direktüberschreibtechniken nutzen die Laserenergiemodulation zur Bestimmung der Magnetisierungsrichtung des geschriebenen Bits. Bei einigen Verfahren nach dem Stand der Technik ist außer dem kleineren Schreibmagnet ein großer Initialisierungsmagnet erforderlich. Bei einer anderen Technik ist lediglich der kleinere Schreibmagnet erforderlich. Wenn der Laser auf der Niedrig-Schreibenergiestufe

gepulst ist, wird in der Speicherschicht ein Bit erzeugt. Ist der Laser auf der Hoch-Schreibenergiestufe gepulst, wird das Bit in einer tieferliegenden Vormagnetisierungsschicht erzeugt und dann bei Abkühlung der Schichtanordnung in die Speicherschicht kopiert. Da während des Hochschreibenergiebetriebs das Bit zunächst in der Vormagnetisierungsschicht gebildet wird, müssen die magnetischen Eigenschaften der Vormagnetisierungsschicht sorgfältig ausgewählt werden, um für den Kopiervorgang genau abgegrenzte Bitränder zu erhalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit verbesserten Überschreibeigenschaften bereitzustellen.

Diese Aufgabe wird jeweils mit den Merkmalen der Ansprüche 1 bis 3 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

Die Erfindung sieht ein magnetooptisches Aufzeichnungsmedium für die Verwendung bei einem Aufzeichnungssystem vor, das einen Laserstrahl, welcher bei mindestens zwei unterschiedlichen Energiestufen betreibbar ist, und eine oder mehr Magnetfeldquellen zur Erzeugung von zwei unterschiedlichen Magnetfeldern aufweist. Das Medium weist ein Substrat und mindestens zwei Schichten auf: eine magnetooptische Speicherschicht und eine magnetische Vormagnetisierungsschicht. In der Speicherschicht werden Bereiche mit ausgewählter magnetischer Orientierung aufrechterhalten. Die Speicherschicht besteht aus einer Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung, wie beispielsweise Terbi-um-Eisen-Kobalt. Die magnetische Vormagnetisierungsschicht ist mit der Speicherschicht magnetisch austauschgekoppelt und besteht aus einer Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung. Die Curie-Temperatur der Speicherschicht muß größer als die der Vormagnetisierungsschicht sein.

Ein aufgezeichnetes Bit in dem Medium kann in einem von vier Zuständen vorliegen. Wenn die Speicherschicht in einer willkürlich bestimmten "Aufwärts"-Richtung magnetisiert ist, ist die Vormagnetisierungsschicht im ersten Zustand derart in einer Richtung magnetisiert, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Im zweiten Zustand ist die Vormagnetisierungsschicht derart magnetisiert, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Wenn die Speicherschicht in "Abwärts"-Richtung magnetisiert ist, ist die Vormagnetisierungsschicht im dritten Zustand derart magnetisiert, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Im vierten Zustand ist die Vormagnetisierungsschicht derart magnetisiert, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist.

Das Medium muß vier Kriterien erfüllen: (1) der vierte Zustand ist stabil, wenn Raumtemperatur vorherrscht und kein Magnetfeld angelegt ist, (2) bei Raumtemperatur und Vorhandensein eines in dem magnetischen Moment der Vormagnetisierungsschicht entgegengesetzter Richtung angelegten Magnetfelds wird der dritte Zustand in den vierten Zustand umgewandelt (oder entsprechend der erste Zustand in den zweiten Zustand), (3) bei einer Aufzeichnungstemperatur, die höher als Raum-, doch niedriger als die Curie-Temperatur der Vormagnetisierungsschicht ist, wird bei Vorhandensein eines in Richtung des ersten magnetischen Moments angelegten Magnetfeldes der vierte Zustand in den ersten Zustand umgewandelt (oder entsprechend der zweite Zustand in den dritten), und (4) bei einer zweiten,

höheren Aufzeichnungstemperatur bei Vorhandensein des zweiten Magnetfeldes, das in dem ersten magnetischen Moment entgegengesetzter Richtung angelegt ist, kehrt das erste magnetische Moment seine Richtung um.

Außerdem ist erfindungsgemäß ein magnetooptisches Aufzeichnungssystem vorgesehen, das das oben beschriebene Medium verwendet.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Querschnitt durch ein Ausführungsbeispiel der Erfindung,

Fig. 2 bis 8 theoretische Kurven der Koerzitivkraft in Abhängigkeit von der Temperatur für die Speicher- und Vormagnetisierungsschichten gemäß verschiedenen Ausführungsbeispielen der Erfindung, und

Fig. 9 bis 11 Versuchsergebnisse optischer Hystereseschleifen der Speicher- und Vormagnetisierungsschichten bei unterschiedlichen Temperaturen für die beschriebenen Beispiele.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung in schematischer Form als Aufzeichnungssystem 10. Das System 10 weist ein Aufzeichnungsmedium 12 auf, das aus einem Substrat 14, einer Speicherschicht 16, einer magnetischen Vormagnetisierungsschicht 20 und einer fakultativen, zwischen der Speicher- und der Vormagnetisierungsschicht vorgesehenen Kopplungsschicht 18 besteht. Die fakultative Kopplungsschicht 18 wird verwendet, um die Domänenwandenergie zwischen der Speicherschicht 16 und der Vormagnetisierungsschicht 20 einzustellen. Zwischen dem Substrat 14 und der Speicherschicht 16 und auf der der Speicherschicht gegenüberliegenden Seite der Vormagnetisierungsschicht 20 können (nicht dargestellte) fakultative dielektrische Schichten vorgesehen sein, um die optischen Eigenschaften und/oder die Stabilität der Medien unter Umweltbedingungen zu verbessern.

Alle Schichten werden unter Verwendung herkömmlicher Sputterverfahren auf das Substrat 14 aufgebracht. Zwar zeigt die Zeichnung das Substrat 14 so, daß die Speicherschicht 16 näher am Substrat liegt als die Vormagnetisierungsschicht 20, doch könnte die Reihenfolge der Schichten auch umgekehrt sein.

Wie Fig. 1 zeigt, richtet ein Niedrig-Energie-Laser 22 einen Strahl durch eine Linse 24, die den Strahl an einem Bit 26 fokussiert, wodurch das Bit auf Schreibtemperatur erwärmt wird. Der Laser 22 ist bei mindestens zwei unterschiedlichen Energiestufen betreibbar; einer ersten Energiestufe zum Erwärmen des Aufzeichnungsmediums 12 auf eine erste Aufzeichnungstemperatur T_1 und eine zweite Energiestufe zum Erwärmen des Mediums auf eine zweite Aufzeichnungstemperatur T_2 . Vorzugsweise ist der Laser 22 zum Lesen des Mediums 12 auch bei einer dritten Energiestufe betreibbar (die niedriger als die beiden ersten Energiestufen ist). Die erste Magnetfeldquelle 28 erzeugt ein Magnetfeld, das zur Initialisierung des Bits 26 ausreicht. Die zweite Magnetfeldquelle 32 erzeugt ein Magnetfeld, das zum Schreiben des Bits 26 ausreicht.

Die Speicherschicht 16 ist so ausgelegt, daß ihre Koerzitivkraft bei Raumtemperatur groß ist, bei der Aufzeichnungs- oder Schreibtemperatur jedoch geringer. Zu geeigneten Materialien für die Speicherschicht 16 zählen amorphe Seltenerden-Übergangsmetall-Legierungen wie beispielsweise Terbium-Eisen-Kobalt (TbFeCo), Gadolinium-Terbium-Eisen (Gd TbFe) oder RE-FeCo, wobei RE entweder Tb, Dysprosium (Dy),

Holmium (Ho) und Erbium (Er) oder mehrere von diesen aufweisen kann und auch Neodym (Nd), Praseodym (Pr), Samarium (Sm) und/oder Gd aufweisen könnte. Geeignete Curie- und Kompensationstemperaturen können durch Variieren der relativen Anteile der Elemente in der Zusammensetzung gewählt werden. Eine bevorzugte Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung für die Speicherschicht 16 ist $Tb_{22,5}Fe_{68}Co_{9,5}$.

Zu bevorzugten Materialien für die Vormagnetisierungsschicht 20 zählen Seltenerdenlegierungen wie RE-Fe, RE-Co oder RE-FeCo, wobei RE wie vorher definiert ist. Geeignete Curie- und Kompensationstemperaturen können durch Verändern der relativen Anteile der Elemente in der Zusammensetzung gewählt werden. Eine bevorzugte Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung für die Vormagnetisierungsschicht 20 ist $Dy_{16,4}Tb_{13,2}Fe_{30,6}Co_{39,8}$.

Die Erfindung eignet sich zur Verwendung mit Laserenergiemodulationsüberschreibtechniken. Selbst wenn die Curie-Temperatur der Speicherschicht 16 größer ist als diejenige der Vormagnetisierungsschicht 20, ist das Aufzeichnungsmedium 12 dennoch mit den Aufzeichnungssystemen kompatibel, die in der Lage sind, auf austauschgekoppelte direkt überschreibbare Medien, bei denen die Curie-Temperatur der Speicherschicht geringer ist als diejenige der Vormagnetisierungsschicht, aufzuzeichnen. Die magnetischen Eigenschaften der Schichten bei der Erfindung jedoch unterscheiden sich deutlich von denjenigen, die im Stand der Technik beschrieben wurden, und sind für Medien mit hohen (Nutz-)Signalen und geringem Rauschen von Vorteil.

Bei der vorliegenden Erfindung ist die Curie-Temperatur der Speicherschicht 16 größer als die Curie-Temperatur der Vormagnetisierungsschicht 20. Dies hat drei Vorteile: Erstens wird das Bit 26 für sowohl die High- als auch die Low-Schreibstufe zunächst in der Speicherschicht 16 gebildet, so daß das Bit nicht von der Vormagnetisierungsschicht 20 in die Speicherschicht kopiert werden muß. Folglich müssen nur die magnetischen Eigenschaften der Speicherschicht 16 speziell ausgewählt werden, um eine gute Bitrandabgrenzung zu erhalten. Zweitens sind die Anforderungen an die Vormagnetisierungsschicht 20 weniger hoch, wodurch für die Vormagnetisierungsschicht eine breitere Palette an geeigneten Legierungen in Frage kommt. Drittens kann die Speicherschicht 16 so gewählt werden, daß ihre Curie-Temperatur wesentlich höher ist als die bei früheren Techniken eingesetzten Schichten. Daraus ergibt sich, daß sowohl der Signalpegel als auch das Magnetenergieprodukt $M_s H_C$ der Speicherschicht 16 erhöht werden kann. Ein höheres $M_s H_C$ bewirkt größere Bitstabilität.

Vorzugsweise ist die Curie-Temperatur der Speicherschicht 16 um zwischen etwa 40 bis 60°C größer als die Curie-Temperatur der Vormagnetisierungsschicht 20. Die Curie-Temperatur der Speicherschicht 16 liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 180 bis 260°C. Die Curie-Temperatur der Vormagnetisierungsschicht 20 liegt vorzugsweise im Bereich von etwa 140 bis 200°C. Obwohl $Tb_{22,5}Fe_{68}Co_{9,5}$ und $Dy_{16,4}Tb_{13,2}Fe_{30,6}Co_{39,8}$ als bevorzugte Materialien für die Speicherschicht 16 bzw. die Vormagnetisierungsschicht 20 beschrieben worden sind, ist für den Fachmann ersichtlich, daß an der exakten chemischen Zusammensetzung der Seltenerden-Übergangsmetall-Legierungen Veränderungen vorgenommen werden können, so lange sich noch die von der vorliegenden Erfindung beschriebenen gewünschten physikalischen Eigenschaften erzielen lassen.

Ein aufgezeichnetes Bit in dem Medium kann in ei-

nem von vier Zuständen vorliegen. Wenn die Speicherschicht in eine (willkürlich bestimmte) "Aufwärts"-Richtung magnetisiert ist, ist die Vormagnetisierungsschicht im ersten Zustand derart in einer Richtung magnetisiert, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Im zweiten Zustand ist die Vormagnetisierungsschicht derart magnetisiert, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Wenn die Speicherschicht in "Abwärts"-Richtung magnetisiert ist, ist die Vormagnetisierungsschicht im dritten Zustand so magnetisiert, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Im vierten Zustand ist die Vormagnetisierungsschicht so magnetisiert, daß eine horizontale Domänenwand zwischen den Schichten vorhanden ist.

Das Medium muß vier Kriterien erfüllen: (1) der vierte Zustand ist stabil, wenn Raumtemperatur vorherrscht und dem Magnetfeld angelegt ist, (2) bei Raumtemperatur und Vorhandensein eines in dem magnetischen Moment der Vormagnetisierungsschicht entgegengesetzter Richtung angelegten Magnetfelds wird der dritte Zustand in den vierten Zustand umgewandelt (oder entsprechend der erste Zustand in den zweiten Zustand), (3) bei einer Aufzeichnungstemperatur, die höher als Raum-, doch niedriger als die Curie-Temperatur der Vormagnetisierungsschicht ist, wird bei Vorhandensein eines in Richtung des ersten magnetischen Moments angelegten Magnetfeldes der vierte Zustand in den ersten Zustand umgewandelt (oder entsprechend der zweite Zustand in den dritten), und (4) bei einer zweiten, höheren Aufzeichnungstemperatur bei Vorhandensein des zweiten Magnetfeldes, das in dem ersten magnetischen Moment entgegengesetzter Richtung angelegt ist, kehrt das erste magnetische Moment seine Richtung um.

Für die folgende Beschreibung der Fig. 2—8 gelten die folgenden Definitionen:

T_1 = erste Aufzeichnungstemperatur

T_2 = zweite Aufzeichnungstemperatur, höher als T_1

T_a = Raumtemperatur

$T_{compstor}$ = Kompensationstemperatur der Speicherschicht

$T_{compbias}$ = Kompensationstemperatur der Vormagnetisierungsschicht

$T_{curstor}$ = Curie-Temperatur der Speicherschicht

$T_{curbias}$ = Curie-Temperatur der Vormagnetisierungsschicht

H_1 = Initialisierungsmagnetfeld, das ein im dritten Zustand vorliegendes aufgezeichnetes Bit in den vierten Zustand überführt

H_2 = angelegtes Aufzeichnungsmagnetfeld, das groß genug ist, um die Richtung des magnetischen Moments der Speicherschicht auf $T_2 - T_{curstor} > T_{curbias}$ einzustellen,

Zustand A = Bei T_a ist ein aufgezeichnetes Bit im ersten Zustand

Zustand B = Bei T_a ist ein aufgezeichnetes Bit im vierten Zustand, so daß zwischen der Speicherschicht 16 und der Vormagnetisierungsschicht 20 eine horizontale Domänenwand 30 vorgesehen ist

Zustand C = $T_a < T_1 < T_{curbias}$, und ein aufgezeichnetes Bit ist im ersten Zustand, wenn H_2 "abwärts", und im dritten Zustand, wenn H_2 "aufwärts" ist

Zustand D = Eine Temperatur liegt vor, die größer als $T_{curbias}$ ist, derart, daß die Koerzitivkraft der Speicherschicht geringer als H_2 ist

Zustand E = Es herrscht eine Temperatur zwischen T_a und T_2 , und ein aufgezeichnetes Bit ist im ersten Zustand, wenn H_2 "aufwärts" ist, und im dritten Zustand, wenn H_2 "abwärts" ist

5 Zustand F = Bei T_a ist ein aufgezeichnetes Bit im dritten Zustand.

Bei T_a ist ein Bereich des Mediums entweder im Zustand (A) oder im Zustand (B). Nach Erwärmung auf T_1 ist die Energie der horizontalen Domänenwand im Zustand (B) instabil, so daß das Bit in den Zustand (C) überführt wird. Wenn dieser Bereich sich dann wieder auf T_a abkühlt, kehrt er in den Zustand (A) zurück.

Wenn der Bereich jedoch weiter bis auf T_2 erwärmt wird, wird der Magnetzustand der Speicherschicht, wie in Zustand (D) gezeigt, durch H_2 umgekehrt. Bei Abkühlung aus dem Zustand (D) wird die Vormagnetisierungsschicht ebenfalls entsprechend der Speicherschicht magnetisiert (um keine Domänenwand zwischen den Schichten zu erzeugen), wie in den Zuständen (E) und (F) gezeigt. Bei T_a und bei Vorhandensein von H_1 wird die Vormagnetisierungsschicht neuorientiert, wodurch zwischen der Speicher- und der Vormagnetisierungsschicht eine Domänenwand erzeugt wird. In einigen Fällen können H_1 und H_2 in gleiche Richtung gehen. Wie in den Figuren gezeigt, kann H_2 dann auch so stark sein, daß der Zustand (E) direkt in den Zustand (B) umgeschaltet wird, ohne daß es notwendig ist, H_1 anzulegen, um dieses Umschalten zu bewirken.

Die Fig. 2 bis 8 zeigen theoretische Kurven der Koerzitivkraft der Speicherschicht 16 und der Vormagnetisierungsschicht 20 in Abhängigkeit von der Temperatur, angefangen bei T_a über T_1 bis T_2 . Bei allen Figuren ist die Koerzitivkraft der Speicherschicht 16 durch eine durchgezogene Linie und die Koerzitivkraft der Vormagnetisierungsschicht 20 durch eine gestrichelte Linie angezeigt.

In Fig. 2 gilt $T_{compstor} < T_a$ und $T_{compbias} < T_a$. Fig. 2 stellt auch die Situation dar, in der $T_{compstor} > T_{curstor}$ und $T_{compbias} > T_{curbias}$ gilt.

In Fig. 3 gilt $T_{compstor} < T_a$ und $T_{curbias} > T_{compbias} > T_a$.

In Fig. 4 gilt $T_{compstor} < T_a$ und $T_{compbias} > T_{curbias}$. Fig. 4 stellt auch die Situation dar, in der $T_{compstor} > T_{curstor}$ und $T_{compbias} < T_a$ gilt.

In Fig. 5 gilt $T_{curstor} > T_{compstor} > T_a$ und $T_{compbias} > T_a$.

In Fig. 6 gilt $T_{curstor} > T_{compstor} > T_a$ und $T_{curbias} > T_{compbias} > T_a$.

In Fig. 7 gilt $T_{curstor} > T_{compstor} > T_a$ und $T_{compbias} > T_{curbias}$.

In Fig. 8 gilt $T_{compstor} > T_{curstor}$ und $T_{curbias} > T_{compbias} > T_a$.

Im folgenden wird die vorliegende Erfindung durch folgendes nicht einschränkendes Beispiel weiter veranschaulicht. (Alle Maßangaben sind Näherungswerte).

Beispiel

Entsprechend der Gestaltung nach Fig. 1 wurde eine zweilagige magnetooptische Aufzeichnungsplatte hergestellt. Auf ein Polykarbonatsubstrat wurde eine 32,5 nm dicke Schicht aus SiC aufgebracht. Als nächstes wurde eine 30 nm dicke Speicherschicht aus in etwa der Zusammensetzung $Tb_{22.5}Fe_{68.0}Co_{9.5}$ mit einer Kompensationstemperatur von ungefähr 20°C und einer Curie-Temperatur von 250°C aufgebracht. Dann wurde eine 170 nm dicke Vormagnetisierungsschicht aus in etwa

der Zusammensetzung $\text{Dy}_{16,4}\text{Tb}_{13,2}\text{Fe}_{30,6}\text{Co}_{39,8}$ mit einer Kompensationstemperatur von 150°C und einer Curie-Temperatur von 210°C aufgebracht. Schließlich wurde eine 25 nm dicke Schicht aus SiC aufgebracht.

Gemäß Fig. 9A wurde für die Speicherschicht bei 45°C eine übergeordnete optische Hystereseschleife gemessen. Gemäß den Fig. 9B und 9C wurden für die Vormagnetisierungsschicht bei 45°C eine übergeordnete bzw. eine untergeordnete optische Hystereseschleife gemessen. Bei Feldern unter -21 kOe ist der zweilagige MO-Film im vierten Zustand, wobei beide Schichten in negativer Richtung magnetisiert sind und zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Wenn das angelegte Feld auf Null verstärkt wird, verändert sich weder die Richtung des magnetischen Moments der Speicherschicht noch die der Vormagnetisierungsschicht, wodurch gezeigt wird, daß der vierte Zustand entsprechend der ersten Bedingung stabil ist.

Bei Feldern, die stärker als $+21\text{ kOe}$ sind, ist der zweilagige MO-Film im zweiten Zustand, wobei sowohl die Speicherschicht als auch die Vormagnetisierungsschicht in positiver Richtung magnetisiert sind und zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Wenn das Feld auf -2 kOe verringert wird, kehrt das Moment der Vormagnetisierungsschicht seine Richtung um, und der Film wechselt in den ersten Zustand, wobei keine horizontale Domänenwand vorhanden ist. Wenn das angelegte Feld, wie in Fig. 9C gezeigt, wieder verstärkt wird, reicht ein Feld von 3 kOe aus, das Moment der Vormagnetisierungsschicht wieder umzukehren, wobei der Film entsprechend der zweiten Bedingung in den zweiten Zustand rückgeführt wird.

Fig. 10A zeigt die bei 180°C für die Speicherschicht gemessene optische Hystereseschleife und Fig. 10B die für die Vormagnetisierungsschicht gemessene. Das Vorzeichen der Hystereseschleife für die Vormagnetisierungsschicht ist dem der Hystereseschleife bei 45°C entgegengesetzt, da 180°C über T_{compbias} liegt. Bei 180°C werden bei denselben angelegten Feldern sowohl die Speicher- als auch die Vormagnetisierungsschicht umgeschaltet. Bei starken positiven Feldern ist der Film im ersten Zustand und bei starken negativen Feldern ist der Film im dritten Zustand. Bei dieser Temperatur sind, gleich welches Feld angelegt ist, weder der zweite noch der vierte Zustand stabil. Wenn daher der Film bei Raumtemperatur im zweiten oder vierten Zustand ist, muß er bei Erwärmung auf 180°C in den ersten oder zweiten Zustand umgeschaltet werden. Weil bei einer mit diesem Schichtaufbau hergestellten Platte eine Aufzeichnung mit direktem Überschreiben möglich ist, muß eigentlich entsprechend der dritten Bedingung der zweite Zustand in den dritten Zustand umgeschaltet werden.

Die optischen Hystereseschleifen bei 240°C sind für die Speicherschicht in Fig. 11A und für die Vormagnetisierungsschicht in Fig. 11B dargestellt. Bei der Speicherschicht ist bei dieser Temperatur noch immer ein Umschalten mit sehr geringer Koerzitivkraft gegeben, da $T_{\text{Curstor}} > 240^\circ\text{C}$. Für die Vormagnetisierungsschicht gibt es keine Hystereseschleife, da entsprechend der Bedingung $T_{\text{Curstor}} > T_{\text{Curbias}}$ $T_{\text{Curbias}} < 240^\circ\text{C}$ gilt.

Das Träger/Rausch-Verhältnis (CNR) beim direkten Überschreiben wurde bei einem Radius von 52 mm und einer Plattendrehzahl von 1800 Umdrehungen pro Minute unter Verwendung eines Signals von 2 MHz (d. h. Bits von $2,45\text{ }\mu\text{m}$) gemessen. Die starke Laserleistung betrug 10 mW und die schwache Leistung $4,7\text{ mW}$. Das Schreibfeld betrug 100 Oe und das Initialisierungsfeld

$3,3\text{ kOe}$. Es wurde ein Direkt-Überschreib-CNR von 36 dB erzielt.

Patentansprüche

1. Magnetooptisches Aufzeichnungsmedium zur Verwendung bei einem Aufzeichnungssystem, das einen Laserstrahl (22) aufweist, der bei mindestens zwei unterschiedlichen Energiestufen betreibbar ist, wobei das Medium mit einem Substrat (14) und mehrere darauf angeordnete Schichten versehen ist und die Schichten aufweisen:

eine Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung aufweisende magnetooptische Speicherschicht (16) zum Aufrechterhalten von Bereichen ausgewählter magnetischer Orientierung, wobei die Speicherschicht (16) durch ein erstes magnetisches Moment, eine erste Kompensationstemperatur T_{compstor} und eine erste Curie-Temperatur T_{Curstor} gekennzeichnet ist, und

eine mit der Speicherschicht (16) magnetisch ausgetauschte und eine Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung aufweisende magnetische Vormagnetisierungsschicht (20), wobei die Vormagnetisierungsschicht durch ein zweites magnetisches Moment, eine zweite Kompensationstemperatur T_{compbias} und eine zweite Curie-Temperatur T_{Curbias} gekennzeichnet ist,

wobei $T_{\text{Curstor}} > T_{\text{Curbias}}$ gilt, so daß ein aufgezeichnetes Bit (26) in den Schichten bei einer geringeren Temperatur als T_{Curbias} in einem von vier magnetischen Zuständen vorliegt:

einem ersten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "aufwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist,

einem zweiten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "aufwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist,

einem dritten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "abwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist, und

einem vierten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "abwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist,

wobei

der vierte Zustand stabil ist, wenn Raumtemperatur T_a vorherrscht und kein Magnetfeld angelegt ist, der dritte Zustand in den vierten Zustand umgewandelt wird, wenn T_a gegeben ist und ein erstes Magnetfeld vorhanden ist, das in zum zweiten magnetischen Moment entgegengesetzter Richtung angelegt ist,

der vierte Zustand in den ersten Zustand und der zweite Zustand in den dritten Zustand umgewandelt wird, wenn eine erste Aufzeichnungstemperatur T_1 gegeben ist, wobei $T_a < T_1 < T_{\text{Curbias}}$ gilt, und ein zweites Magnetfeld (32) vorhanden ist, das in Richtung des ersten magnetischen Moments angelegt ist, und

das erste magnetische Moment seine Richtung um-

kehrt, wenn eine zweite Aufzeichnungstemperatur T_2 gegeben ist, wobei $T_2 > T_1$ gilt, und ein zweites Magnetfeld vorhanden ist, das in zum ersten magnetischen Moment entgegengesetzter Richtung angelegt ist. 5

2. Magnetooptisches Aufzeichnungsmedium mit einem Substrat und mehreren darauf gelagerten Schichten, wobei die Schichten aufweisen: eine Tb, Fe und Co aufweisende magnetooptische Speicherschicht, die durch eine Curie-Temperatur $T_{Curstor}$ gekennzeichnet ist, und 10 eine Dy, Tb, Fe und Co aufweisende magnetische Vormagnetisierungsschicht, die durch eine Curie-Temperatur $T_{Curbias}$ gekennzeichnet ist, wobei $T_{Curstor} > T_{Curbias}$ gilt. 15

3. Magnetooptisches Aufzeichnungssystem, mit: einem bei mindestens zwei verschiedenen Energiestufen betreibbaren Laserstrahl (22), einer Einrichtung (28, 32) zur Erzeugung eines ersten Initialisierungsmagnetfeldes und eines zweiten 20 angelegten Aufzeichnungsmagnetfeldes, einem magnetooptischen Aufzeichnungsmedium (12) mit einem Substrat (14) und mehreren darauf gelagerten Schichten, wobei die Schichten aufweisen: 25 eine eine Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung aufweisende magnetooptische Speicherschicht (16) zum Aufrechterhalten von Bereichen ausgewählter magnetischer Orientierung, wobei die Speicherschicht (16) durch ein erstes magnetisches Moment, eine erste Kompensationstemperatur $T_{compstor}$ und eine erste Curie-Temperatur $T_{Curstor}$ gekennzeichnet ist, und 30 eine mit der Speicherschicht (16) magnetisch austauschgekoppelte und eine Seltenerden-Übergangsmetall-Legierung aufweisende magnetische Vormagnetisierungsschicht (20), wobei die Vormagnetisierungsschicht durch ein zweites magnetisches Moment, eine zweite Kompensationstemperatur $T_{compbias}$ und eine zweite Curie-Temperatur $T_{Curbias}$ gekennzeichnet ist, 35 wobei $T_{Curstor} > T_{Curbias}$ gilt, so daß ein aufgezeichnetes Bit (26) in den Schichten bei einer geringeren Temperatur als $T_{Curbias}$ in einem von vier magnetischen Zuständen vorliegt: 40 einem ersten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "aufwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist, 45 einem zweiten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "aufwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist, 50 einem dritten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "abwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten keine horizontale Domänenwand vorhanden ist, und 55 einem vierten Zustand, in dem die Speicherschicht (16) "abwärts" magnetisiert ist und die Vormagnetisierungsschicht (20) derart magnetisiert ist, daß zwischen den Schichten eine horizontale Domänenwand vorhanden ist, 60 wobei 65 der vierte Zustand stabil ist, wenn Raumtemperatur T_a vorherrscht und kein Magnetfeld angelegt ist,

der dritte Zustand in den vierten Zustand umgewandelt wird, wenn T_a gegeben ist und ein erstes Magnetfeld vorhanden ist, das in zum zweiten magnetischen Moment entgegengesetzter Richtung angelegt ist,

der vierte Zustand in den ersten Zustand und der zweite Zustand in den dritten Zustand umgewandelt wird, wenn eine erste Aufzeichnungstemperatur T_1 gegeben ist, wobei $T_a < T_1 < T_{Curbias}$ gilt, und ein zweites Magnetfeld vorhanden ist, das in Richtung des ersten magnetischen Moments angelegt ist, und 5 das erste magnetische Moment seine Richtung umkehrt, wenn eine zweite Aufzeichnungstemperatur T_2 gegeben ist, wobei $T_2 > T_1$ gilt, und ein zweites Magnetfeld vorhanden ist, das in zum ersten magnetischen Moment entgegengesetzter Richtung angelegt ist.

4. Medium nach Anspruch 1 oder 2 oder System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Speicherschicht (16) eine ungefähre Zusammensetzung von $Tb_{22,5}Fe_{68}Co_{9,57}$ und die Vormagnetisierungsschicht (20) eine ungefähre Zusammensetzung von $Dy_{16,4}Tb_{13,2}Fe_{30,6}Co_{39,8}$ aufweist und $40^\circ C < T_{Curstor} - T_{Curbias} < 60^\circ C$ gilt.

5. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{compstor} < T_a$ und $T_{compbias} < T_a$ ist.

6. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{compstor} < T_a$ und $T_{Curbias} > T_{compbias} > T_a$ ist.

7. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{compstor} < T_a$ und $T_{compbias} > T_{Curbias}$ ist.

8. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{Curstor} > T_{compstor} > T_a$ und $T_{compbias} < T_a$ ist.

9. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{Curstor} > T_{compstor} > T_a$ und $T_{Curbias} > T_{compbias} > T_a$ ist.

10. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{Curstor} > T_{compstor} > T_a$ und $T_{compbias} > T_{Curbias}$ ist.

11. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, $T_{compstor} > T_{Curstor}$ und $T_{compbias} < T_a$ ist.

12. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{compstor} > T_{Curstor}$ und $T_{Curbias} > T_{compbias} > T_a$ ist.

13. Medium nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4 oder System nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß $T_{compstor} > T_{Curstor}$ und $T_{compbias} > T_{Curbias}$ ist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

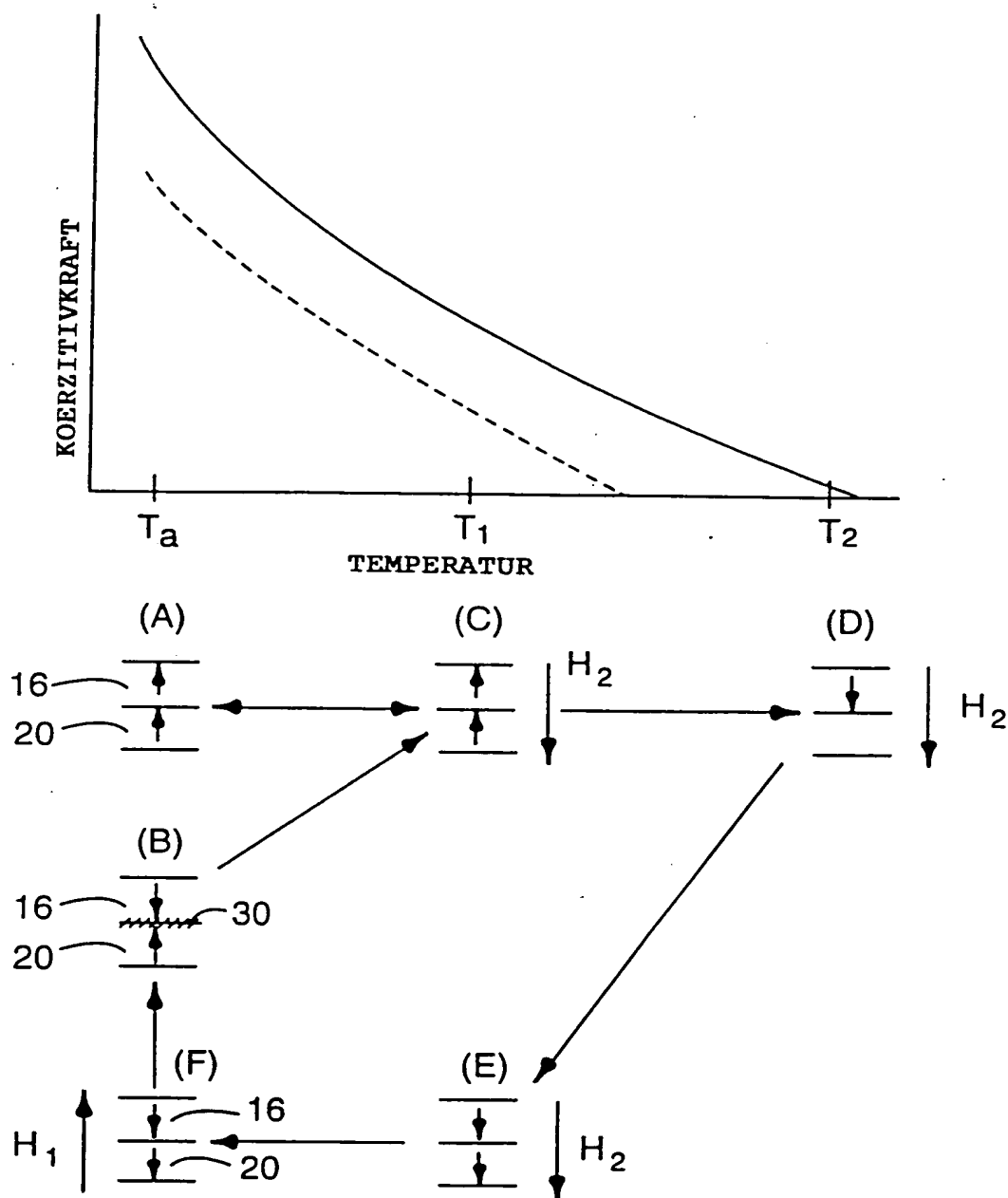


FIG. 2

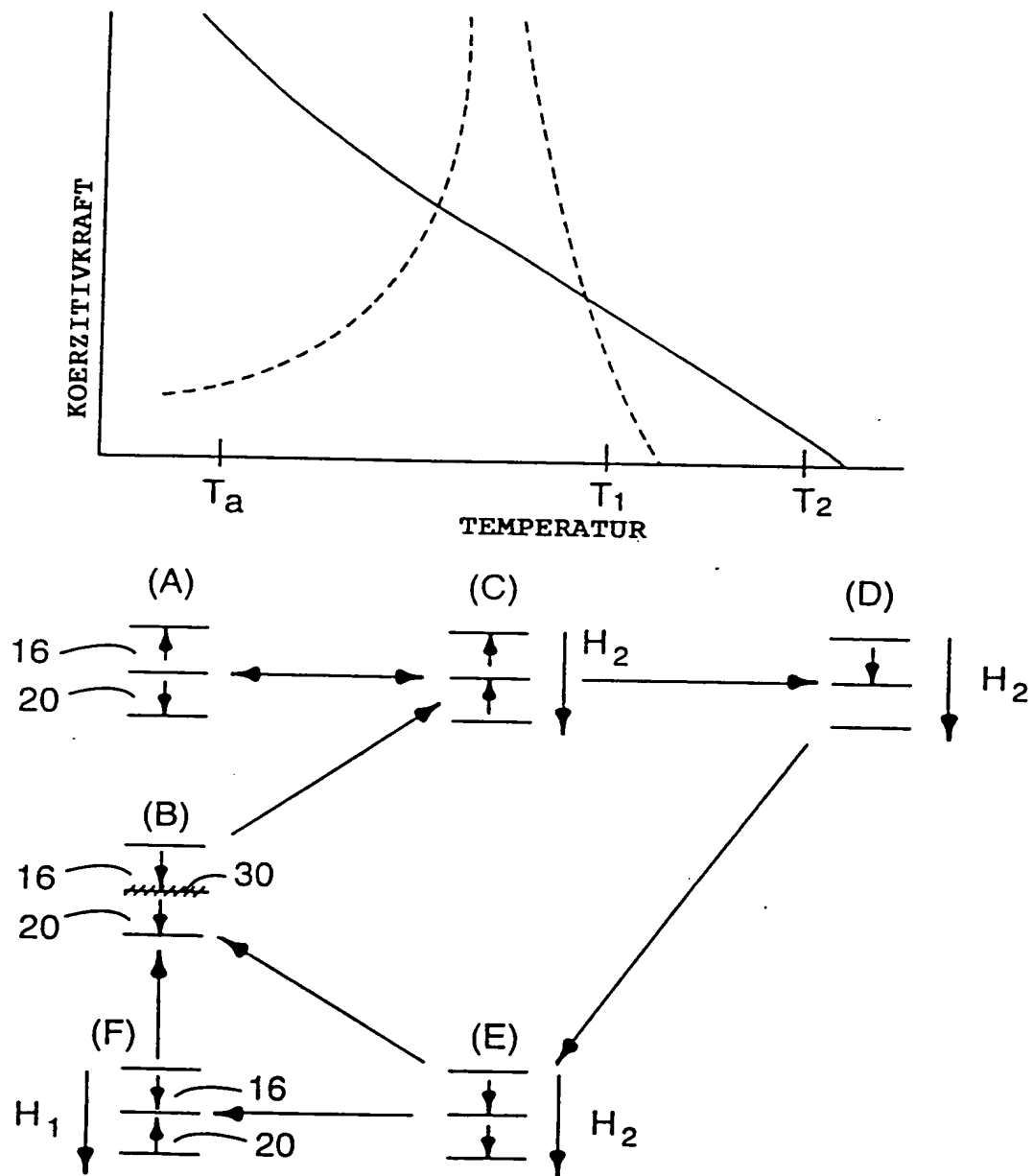


FIG. 3

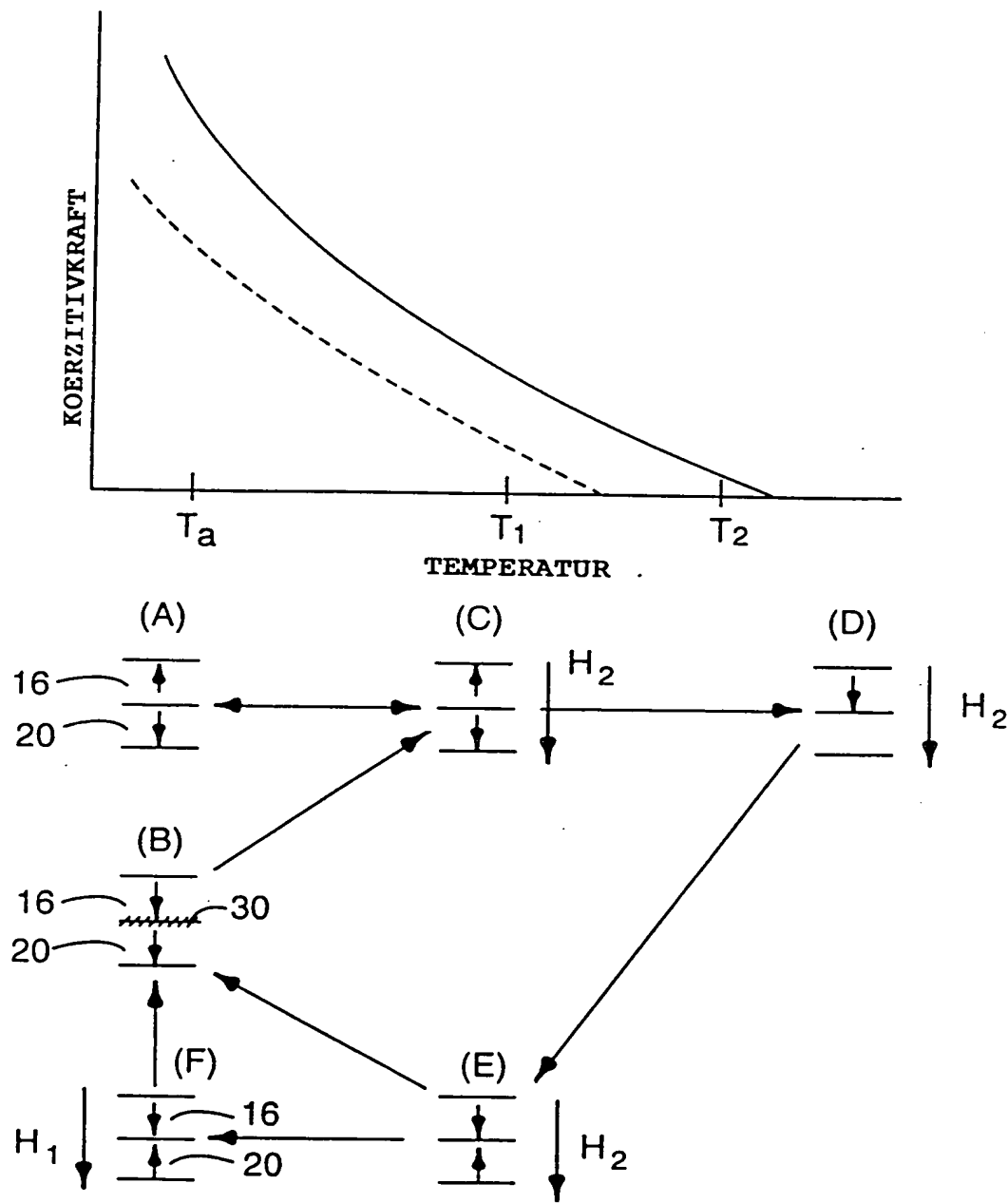


FIG. 4

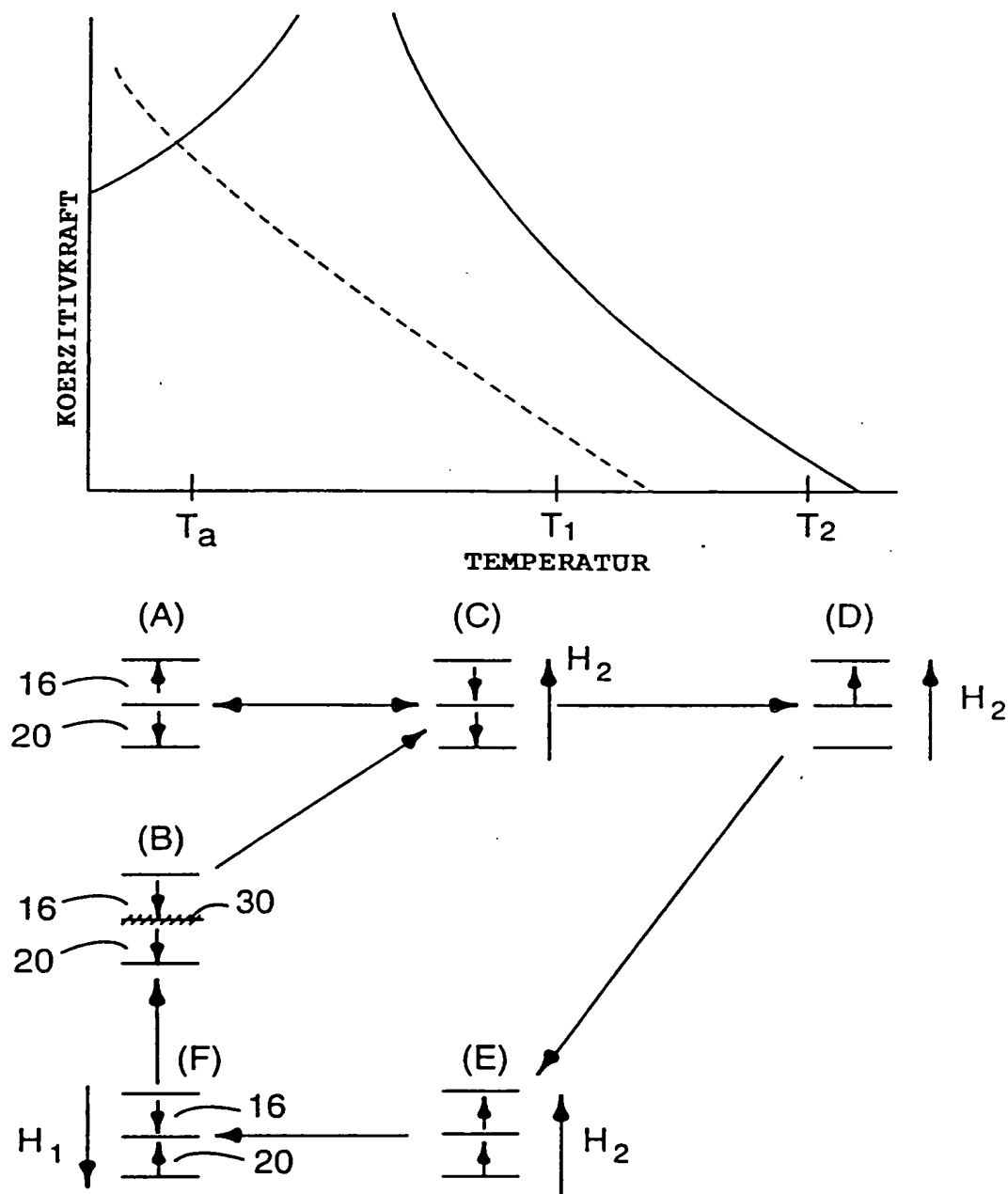


FIG. 5

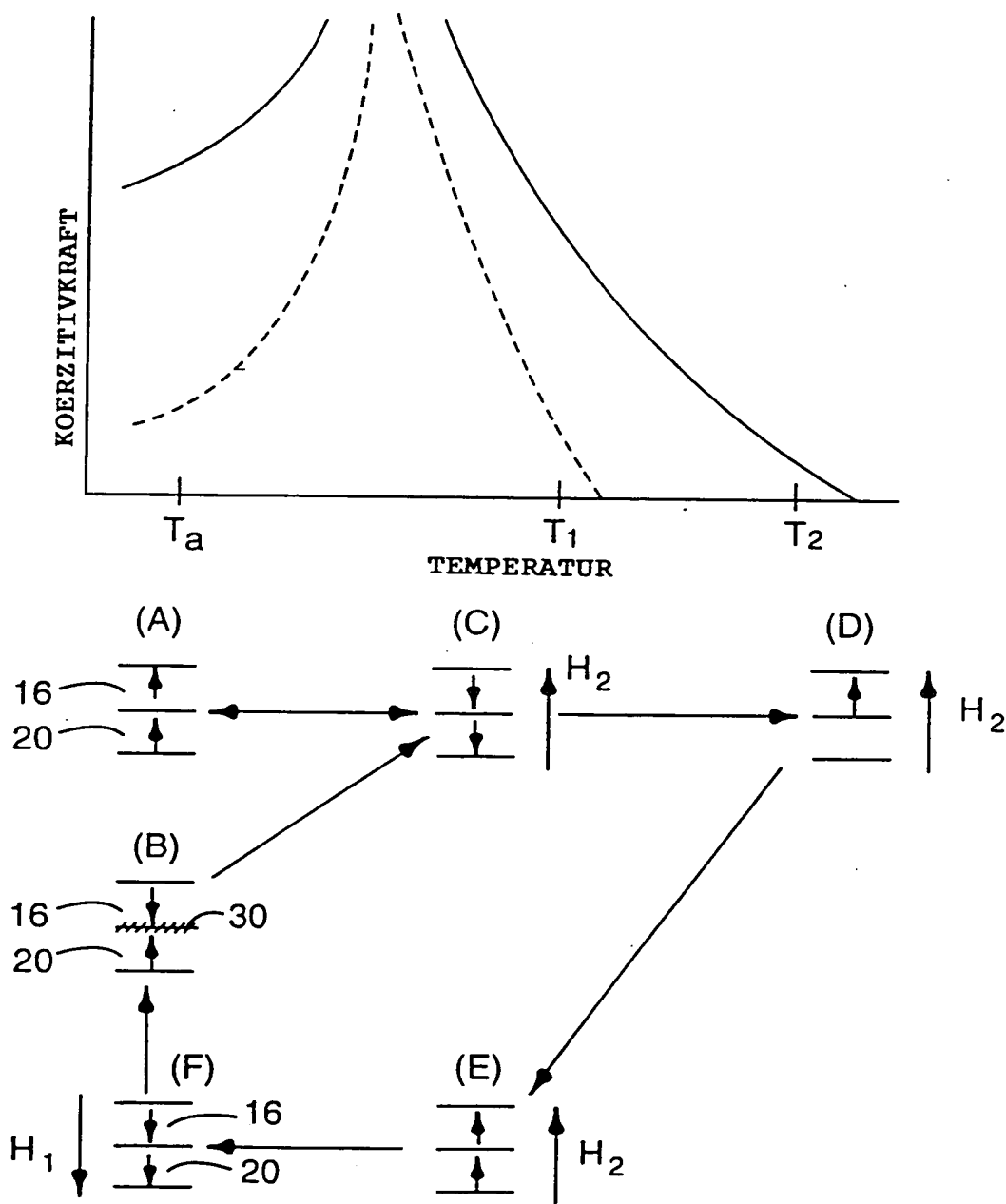


FIG. 6

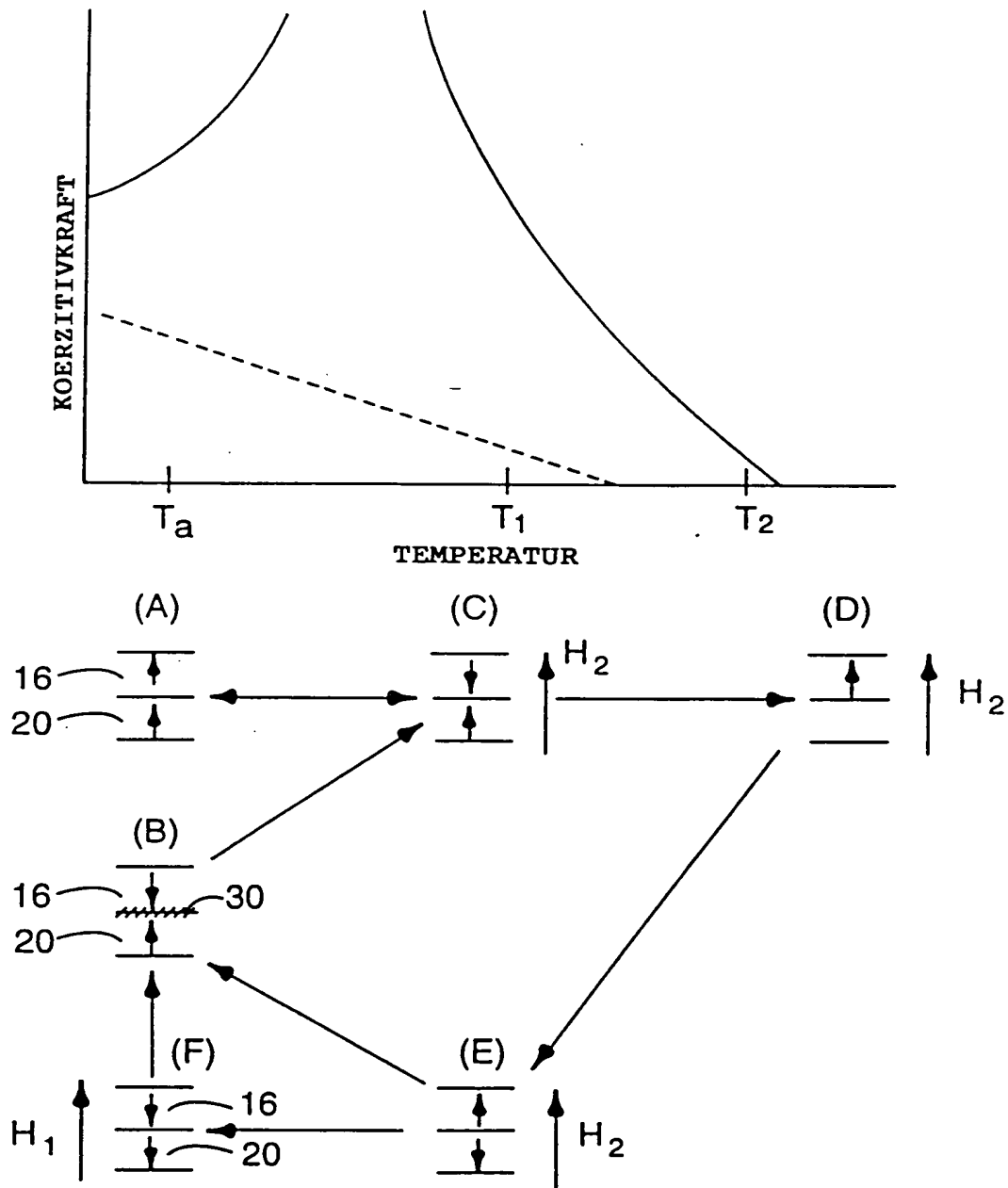


FIG. 7

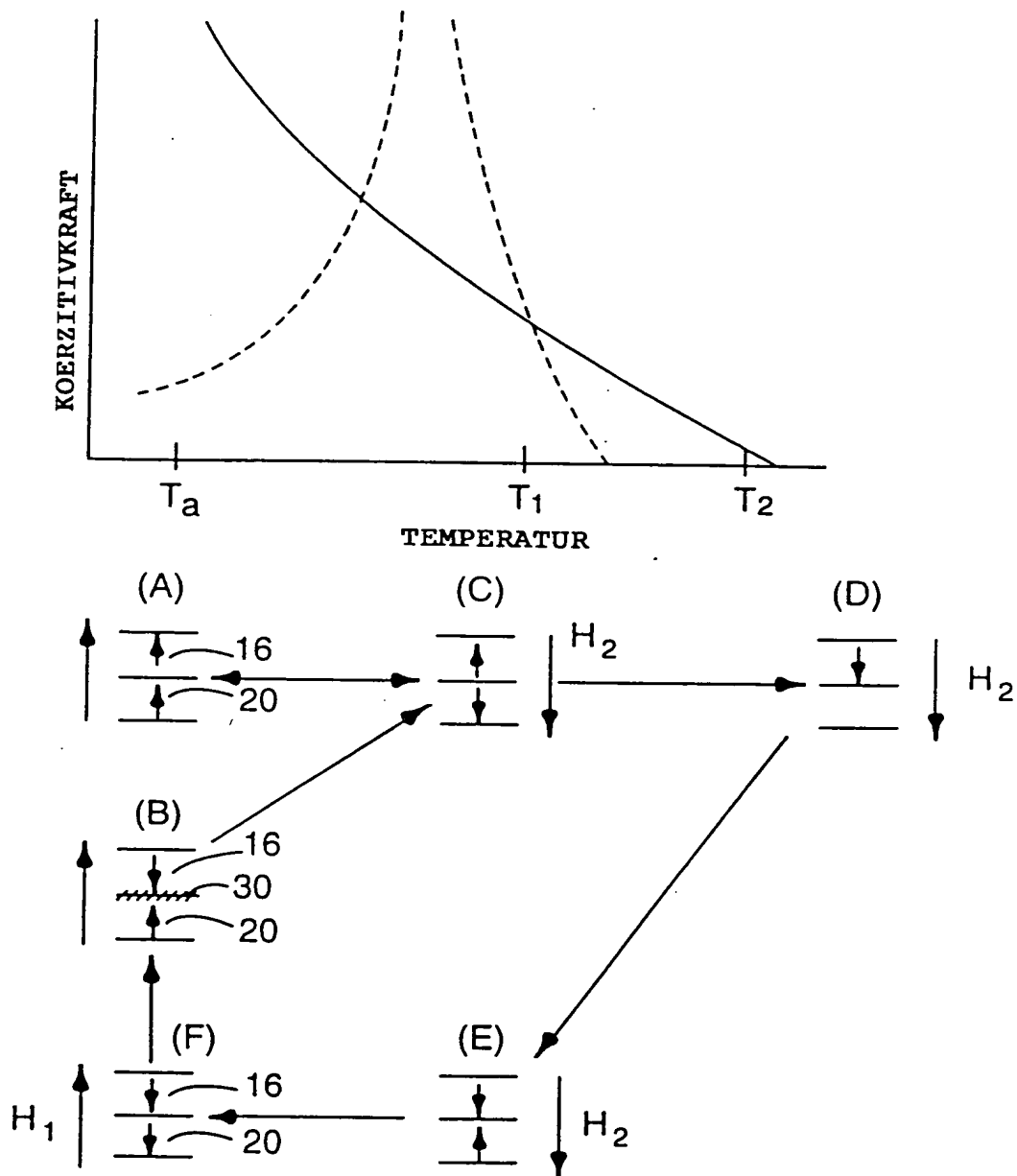
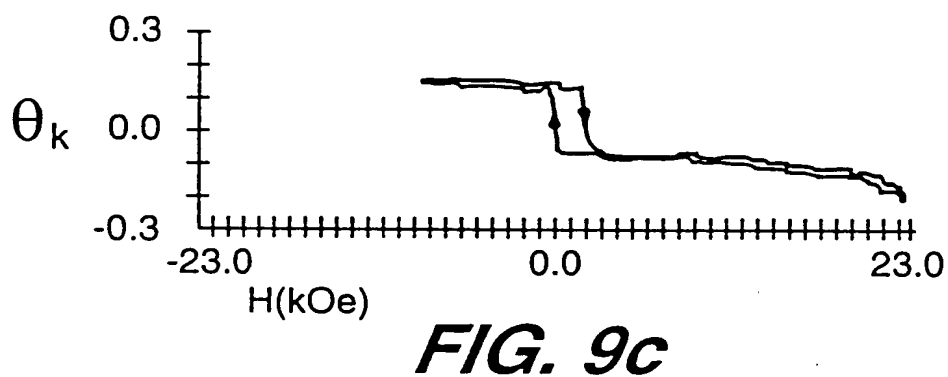
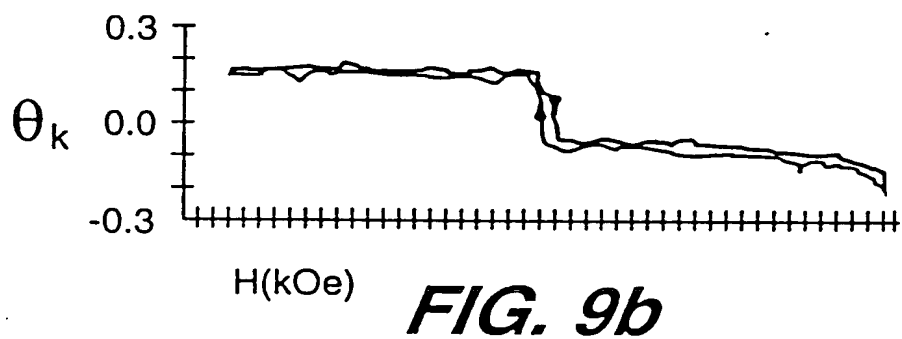
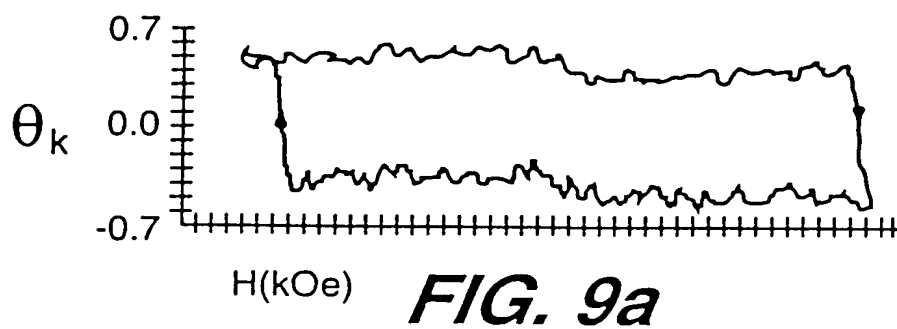
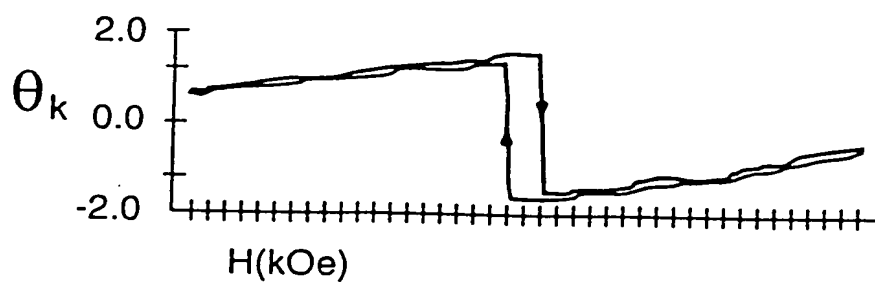
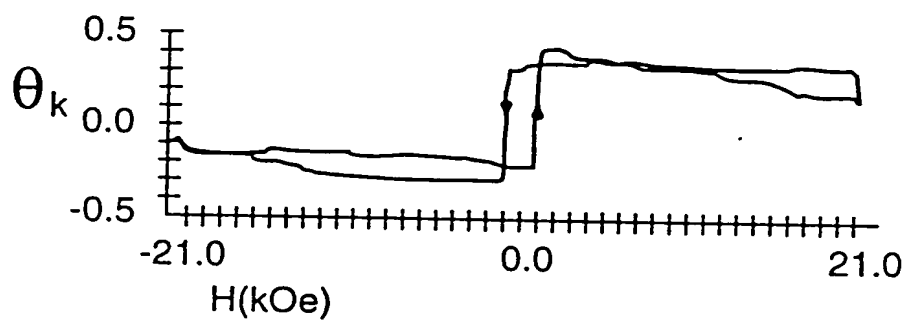
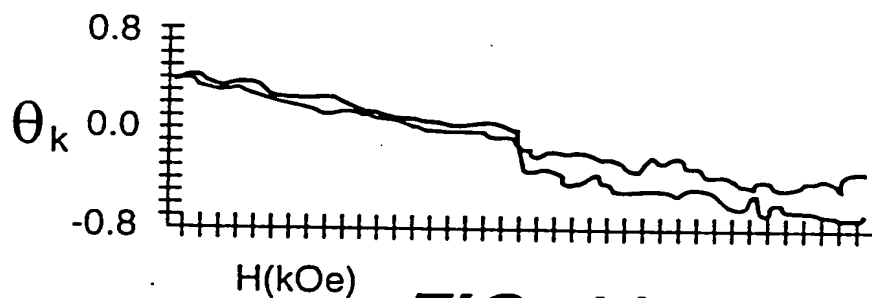
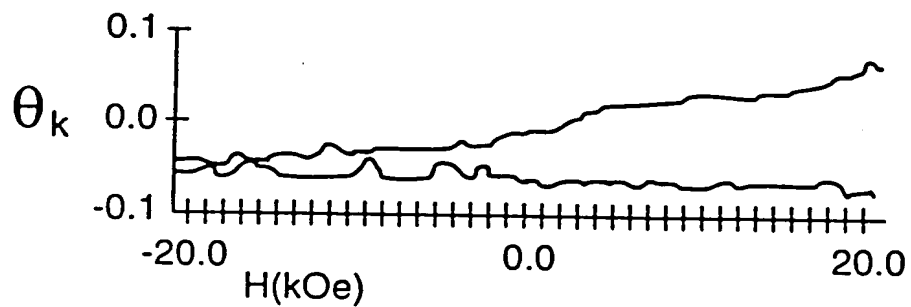


FIG. 8



**FIG. 10a****FIG. 10b****FIG. 11a****FIG. 11b**

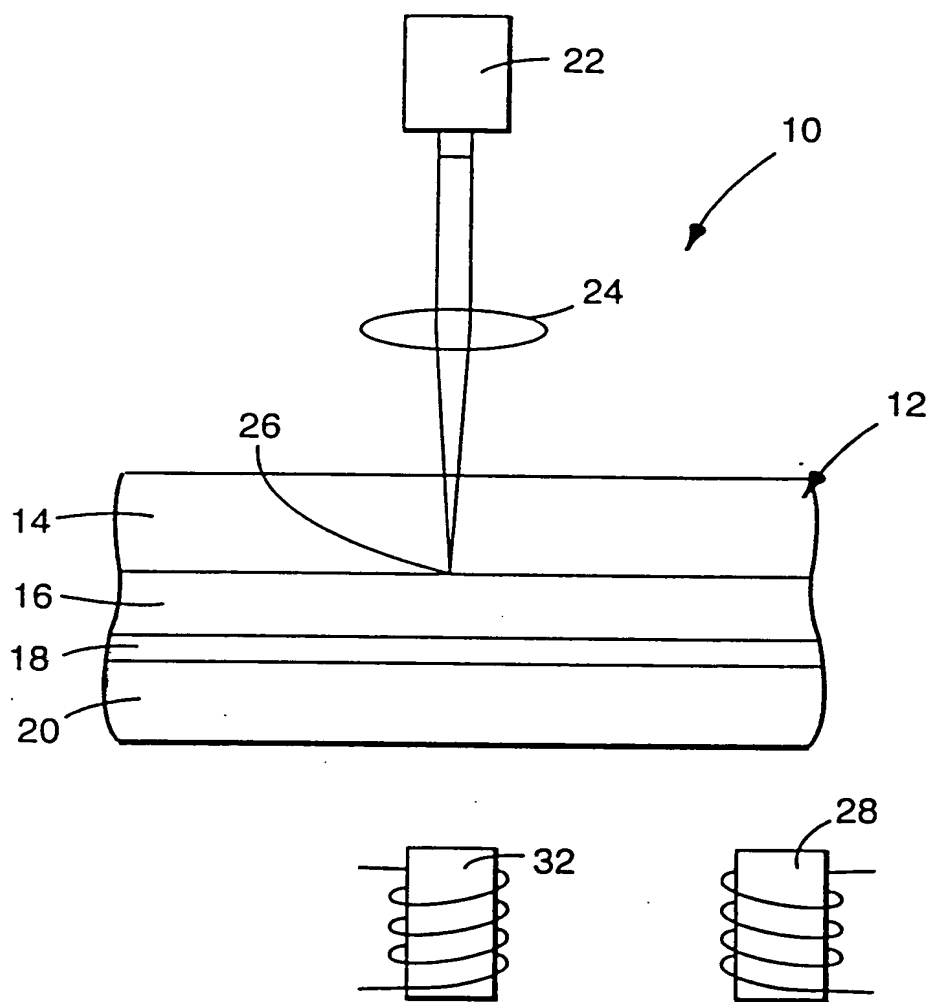


FIG. 1

L7 ANSWER 4 OF 17 WPINDEX COPYRIGHT 1998 DERWENT INFORMATION LTD
AN 95-329346 Å43Üd magnetic field and temp. to provide 4 different states
between magneto-optical recording layer and pre-magnetisation layer.
DC P84 T03 V02 W04
IN CHALLENGER, W A
PA (MINN) MINNESOTA MINING & MFG CO; (MINN) IMATION CORP
CYC 3

PI	DE 19507228 A1 950914 (9542)*	16 pp	G11B013-04	<--
	JP 07272332 A 951020 (9551)	8 pp	G11B011-10	
	US 5639567 A 970617 (9730)	16 pp	G11B005-66	

ADT DE 19507228 A1 DE 95-19507228 950302; JP 07272332 A JP 95-42842
950302; US 5639567 A US 94-208726 940309

PRAI US 94-208726 940309

IC ICM G11B005-66; G11B011-10; G11B013-04

ICS G03G005-16; H01F010-16

AB DE19507228 A UPAB: 980624

The recording medium has a substrate (14) provided with a rare earth transition metal alloy magneto-optical recording layer (16) and a rare earth transition metal alloy magnetic pre-magnetisation layer (20), pref. with a coupling layer (18) between them. The recording layer and the pre-magnetisation layer have respective magnetic moments, compensation temps. and Curie temps.

In the stable state, at room temp. and without an applied magnetic field, the recording layer is magnetised in the rearwards direction and the pre-magnetisation la01A5; T03-D01E; V02-B01; W04-D01A